

IP-HGIS – Um Sistema de Informação Geográfica aplicado à História da Península Ibérica¹

Daniel Alves² e Josep Puig³

1. Introdução

A ideia para esta comunicação nasceu de uma parceria entre o Instituto de História Contemporânea da Universidade Nova de Lisboa e o Departamento de Sociologia e Geografia da Universitat de Lleida, com o objectivo de propor um Historical Geographical Information System (HGIS) da Península Ibérica e disponibilizar essa ferramenta e os seus resultados à comunidade de investigadores e a um público mais alargado através de um WebGIS.

No seio do Instituto de História Contemporânea um grupo de investigadores liderado por Luís Espinha da Silveira tem desenvolvido desde 1993 um sistema de informação geográfica aplicado à História de Portugal (SIGMA), com a criação de várias bases de dados com a evolução administrativa de Portugal continental e ilhas, a que se foi juntando informação sobre censos populacionais portugueses (de 1801 até à actualidade), bem como outros dados e estatísticas históricas. O SIGMA, podendo ser considerado como o primeiro HGIS para Portugal, evoluiu em 2001 passando a estar presente na Internet através do site *Atlas, Cartografia Histórica* (www.fcsh.unl.pt/atlas)⁴.

¹ Esta comunicação foi elaborada no âmbito do projecto de investigação “The Development of European Waterways, Road and Rail Infrastructures: A Geographical Information System for the History of European Integration (1825-2005)” (WRR), integrado no programa EUROCORES da European Science Foundation e financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

² IHC, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, FCSH, Universidade Nova de Lisboa, 1069-061 Lisboa, Portugal. alves.r.daniel@gmail.com

³ Departamento de Sociologia e Geografia da Universitat de Lleida. joseppuigf@gmail.com

⁴ Os primeiros resultados deste projecto foram apresentados na Ninth International Conference of the Association for History and Computing, em 1994, dando origem a várias publicações. Entre elas, veja-se Luís Silveira, Margarida Lopes e Cristina Joanaz de Melo, “Mapping Portuguese Historical Boundaries with a GIS”, in Onno Boonstra, Geurt Collenteur and Bart van Elderen (eds.), *Structures and Contingencies in Computerized Historical Research*, Hilversum, 1995, 245-252; Luís Silveira, *Território e Poder. Nas Origens do Estado Contemporâneo em Portugal*, Cascais, 1997; Luís Silveira (ed.), *Os Recenseamentos da População Portuguesa de 1801 e 1849, Edição Crítica*, Lisboa, 2001. A mesma equipa, recentemente, iniciou o processo de actualização do site *Atlas*, convertendo-o para uma solução informática open source, estando já acessível uma primeira versão através do endereço seguinte (<http://www.fcsh.unl.pt/memorias>).

A equipa catalã, coordenada por Jordi Martí-Henneberg, tem trabalhado os dados dos censos de Espanha (de 1840 até a actualidade), com base na cartografia actual, tendo produzido também cartografia histórica sobre a evolução de grandes áreas administrativas do conjunto da Europa, bem como estudos sobre a acessibilidade aos caminhos-de-ferro e sobre outros meios de transporte. Destes estudos resultou a elaboração de um *Historical GIS of Europe* (HGISE), projecto ainda em desenvolvimento (<http://www.europa.udl.cat/hgise>)⁵.

As duas equipas juntaram-se pela primeira vez no referido projecto WRR onde, aproveitando as metodologias e trabalhos anteriormente desenvolvidos e parte dos dados recolhidos, têm elaborado análises sobre a evolução dos caminhos-de-ferro e a sua influência na distribuição populacional, a nível nacional, regional e europeu, para os séculos XIX e XX⁶. A oportunidade de realização conjunta de estudos transfronteiriços, que a temática dos transportes veio introduzir, permitiu pensar numa perspectiva diferente de análise espacial de determinados fenómenos que superasse as realidades meramente nacionais, incrementando a área geográfica em estudo para o nível peninsular.

Esta comunicação pretende, assim, apresentar uma primeira aproximação à metodologia de compatibilização de dados cartográficos e alfanuméricos dos dois países, procurando elaborar, por um lado, uma base de dados cartográfica que permita relacionar dados históricos com a informação espacial de ambos os lados da fronteira e, por outro, um *website* onde possam ser representados

⁵ Jordi Martí-Henneberg, “Un balance del tren de alta velocidad en Francia. Enseñanzas para el caso español”, *Elia*, vol. 52, 2000, pp. 131–143; Jordi Martí-Henneberg, “Empirical evidence of regional population concentration in Europe, 1870-2000”, *Population, Space and Place*, vol. 11, n. 4, 2005, pp. 269-281; Jordi Martí-Henneberg, “The map of Europe: continuity and change in administrative boundaries (1850–2000)”, *Geopolitics*, vol. 10, n. 4, 2005, pp. 791–815.

⁶ Ian N. Gregory, Jordi Martí-Henneberg, Francisco J. Tapiador, “Modelling long-term pan-European population change from 1870 to 2000 by using geographical information systems”, *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, vol. 173, n. 1, 2010, pp. 31-50; Francisco J. Tapiador, K. Burckhart, Jordi Martí-Henneberg, “Characterizing European high speed train stations using intermodal time and entropy metrics”, *Transportation Research Part A*, vol. 43, n. 2, 2009, pp. 197–208; Luís Espinha da Silveira, Daniel Alves, Nuno Miguel Lima, Ana Alcântara e Josep Puig, “Population and Railways in Portugal (1801-1930)” (no prelo); Ana Alcântara e Nuno Miguel Lima, “Regional patterns of attractiveness and accessibility to railways in Portugal (1890-1930)”, comunicação aceite na *8th European Social Science History Conference*, Abril de 2010; Luís Silveira e Daniel Alves, “The Construction of the Modern Transport Network and Regional Population Distribution in Portugal (1801-1940)”, comunicação aceite na *8th European Social Science History Conference*, Abril de 2010.

todos os dados, a diferentes escalas geográficas e divisões administrativas. Ao mesmo tempo, o esforço agora desenvolvido tem como objectivo testar a viabilidade da construção de um WebGIS com informação histórica para o conjunto da Europa, juntando as experiências das duas equipas de investigação e aproveitando a sinergia do trabalho colaborativo realizado no projecto WRR.

2. Significado e evolução recente dos Historical GIS

Tendo em conta a evolução e o potencial dos SIG, têm sido muitas as áreas de conhecimento que têm procurado a sua utilização e a incorporação de novas variáveis e metodologias, no sentido de aproveitar para os respectivos estudos todas as capacidades de análise destes sistemas⁷. No que diz respeito à aplicação dos SIG à História, ou Historical GIS, na versão inglesa, mais usada, o principal esforço metodológico tem passado pela introdução e experimentação de um novo atributo, a juntar à localização, extensão e volume que já são trabalhados pelos SIG, ou seja, com o tratamento de informação histórica e a análise da evolução de séries de dados georeferenciados, os investigadores têm procurado consolidar a componente temporal nos SIG⁸. Esta área de investigação tem sido das mais dinâmicas dos últimos anos, pois a sua aplicação possibilita trazer para as Ciências Históricas um conjunto de novas e poderosas ferramentas de análise, estimulando o aparecimento de novas metodologias e a tentativa de resolução de problemáticas cada vez mais complexas, numa área de estudo onde o espaço e o tempo são variáveis complementares e estruturantes para a produção de conhecimento⁹.

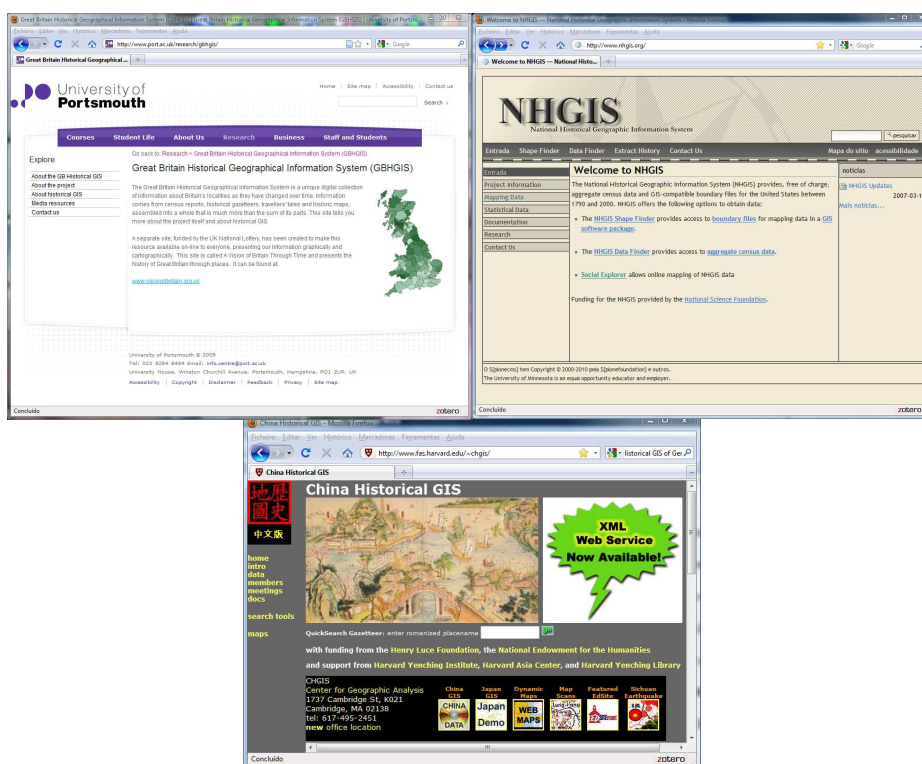
⁷ A área da Saúde é uma das que tem publicado estudos sobre o contributo que os SIG podem dar para o desenvolvimento de novas metodologias de análise. Veja-se, meramente a título de exemplo, Donald Patrick Albert, Wilbert M. Gesler e Barbara Levergood (eds.), *Spatial analysis, GIS, and remote sensing applications in the health sciences*, 2000; Dirk U. Pfeiffer, Mark Stevenson, Timothy P. Robinson, Kim B. Stevens e David J. Rogers (eds.), *Spatial Analysis in Epidemiology*, Oxford, 2008.

⁸ Sobre a inclusão da dimensão temporal nos SIG veja-se Gail Langran, *Time in geographic information systems*, 1992, pp. 1-9; May Yuan, "Temporal GIS and Applications", em Xiong, Hui (ed.), *Encyclopedia of GIS*, 2008, pp. 1147-1150.

⁹ Michael F. Goodchild, "Combining Space and Time: New Potential for Temporal GIS", em Anne Kelly Knowles (ed.), *Past time, past place: GIS for history*, 2002, pp. 179-197; Anne Kelly Knowles, "Emerging trends in historical GIS", *Historical Geography*, vol. 33, 2005, pp. 7-13.

Contudo, pode afirmar-se que a sua utilização não está ainda suficientemente disseminada, as suas potencialidades não são ainda totalmente reconhecidas pela comunidade académica, em parte, pelas dificuldades na planificação, criação e gestão de um projecto SIG e, em especial, na aplicação desta ferramenta informática à informação histórica, por esta, muitas vezes, ser de complexa utilização devido à ambiguidade intrínseca de alguns dos dados e ao facto de muitas das fontes serem inconstantes e incompletas.

Fig. 1 – Exemplos de National Historical GIS

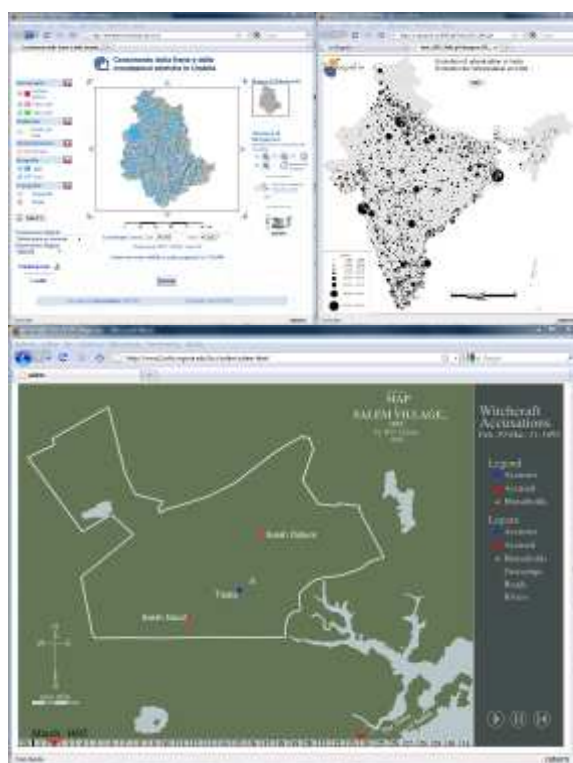


Apesar da sua relativa novidade e de alguns problemas com a qualidade e quantidade de dados disponíveis, nos últimos anos, têm surgido vários projectos que procuraram retirar benefícios da utilização dos SIG para a interpretação histórica, alguns com relativo sucesso. Em termos geográficos os Estados Unidos e a Grã-Bretanha têm liderado este processo de elaboração de HGIS, com um conjunto significativo de projectos, alguma bibliografia especializada e vários encontros

científicos e workshops sobre a temática, que têm possibilitado alguns avanços metodológicos importantes¹⁰.

Por um lado, uma parte destes projectos assumiram-se numa vertente nacional, procurando cobrir todo o território dos respectivos países em que se inseriam, através da elaboração de cartografia de base, normalmente, com a caracterização e análise das fronteiras ou limites administrativos e a sua evolução ao longo do tempo. Estão neste caso os projectos *The Great Britain Historical GIS*, *The US National Historical GIS* ou *The China Historical GIS* (fig. 1)¹¹.

Fig. 2 – Exemplos de Historical WebGIS



Por outro lado, têm proliferado cada vez mais projectos de investigação histórica ou arqueológica que usam os SIG para o estudo das vertentes espaciais e temporais de determinados acontecimentos ou conjunturas históricas, bem como para a análise estatística de algumas séries de

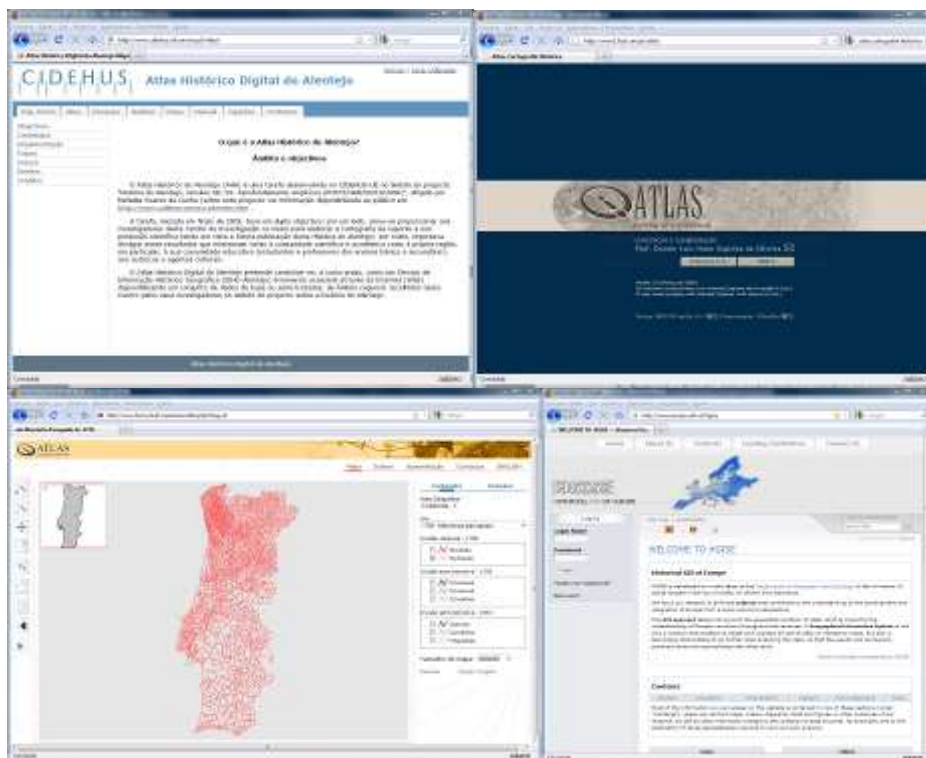
¹⁰ A título de exemplo, veja-se Anne Kelly Knowles, *Past time, past place: GIS for history*, 2002; Ian N. Gregory, *A Place in History: A Guide to Using GIS in Historical Research*, 2003; Ian N. Gregory e Paul Ell, *Historical GIS technologies, methodologies, and scholarship*, Cambridge, 2007; Anne Kelly Knowles e Amy Hillier, *Placing history: how maps, spatial data, and GIS are changing historical scholarship*, 2008.

¹¹ Sobre esta temática veja-se Ian N. Gregory e Paul Ell, *Historical GIS*, pp. 186-189.

dados. Neste caso, as escalas e o âmbito dos projectos são muito variáveis no que diz respeito às temáticas, espaços e cronologias abordadas. Podem resultar, por exemplo, num estudo sobre acidentes hidrológicos históricos na região de Umbria, na Itália, com dados que cobrem o período entre os séculos IX e XX (<http://eventistoriciumbria.irpi.cnr.it/>); podem procurar estudar em pormenor a evolução de determinado fenómeno social, como é o caso dos tribunais de bruxaria da cidade de Salem, nos Estados Unidos, levados a cabo nos finais do século XVII (<http://etext.virginia.edu/salem/witchcraft>); podem ainda empreender estudos de longas séries de dados, como é o caso de um projecto sobre a evolução da população urbana, a nível mundial, entre 1800 e a actualidade (<http://www.e-geopolis.eu>) (fig. 2).

Como é óbvio, os exemplos seleccionados são meramente indicativos, muitos outros poderiam ser referidos, não esgotando, quer nas temáticas, quer no âmbito geográfico ou cronológico, as potencialidades de utilização dos HGIS.

Fig. 3 – Historical GIS em funcionamento na Península Ibérica



A nível da Península Ibérica os projectos de aplicação dos SIG à História resumem-se, pelo que foi possível apurar, aos já referidos SIGMA da equipa portuguesa, ao HGISE, desenvolvido pela equipa espanhola e a um terceiro, o *Atlas Histórico Digital do Alentejo*, elaborado por uma equipa multidisciplinar da Universidade de Évora com dados históricos regionais sobre o Alentejo, entre o século XV e XX (<http://www.cidehus.xdi.uevora.pt/index/>). Contudo, se no caso dos dois projectos portugueses é possível encontrar uma evolução no sentido da disponibilização via Web, através de ferramentas que procuram colocar á disposição dos utilizadores um conjunto, mais ou menos amplo, de funcionalidades de um SIG, no caso espanhol isso ainda não foi possível elaborar e, até ao momento, não existe a nível público nenhum WebGIS que disponibilize dados anteriores a 1971, ano a partir do qual se podem encontrar os primeiros censos digitalizados (fig. 3).

Tendo em conta o que já foi apresentado sobre as tendências recentes relativas aos HGIS e aos WebGIS que deles resultaram, poder-se-á colocar a questão de que um novo projecto nesta área talvez possa não trazer nada de novo ao panorama existente. No entanto, é preciso esclarecer que dos projectos actualmente existentes nenhum abarca mais do que um país, nenhum pode ser verdadeiramente considerado supranacional, ou, quando o sejam, como acontece com o *e-Geopolis* ou mesmo com o HGISE espanhol, a escala de análise e representação usada é maior e o nível de detalhe cartográfico necessariamente mais reduzido. Neste último, por exemplo, as cartas com a evolução das fronteiras regionais dos diferentes países europeus entre 1870 e 2000 nunca vão abaixo do nível dos distritos, no caso de Portugal, ou das províncias para a Espanha. O mesmo acontece quando se analisam os WebGIS, sendo que no caso da Península Ibérica, o único efectivamente funcional e publicamente disponível é o *Atlas, Cartografia Histórica*.

Para além disso, aquela que julgamos ser a principal motivação e justificação para um novo projecto de HGIS e WebGIS passa, sem dúvida, pela capacidade de análise que é potenciada pelo facto de, em alguns casos, se poderem ignorar as fronteiras políticas entre os países e se levarem em

conta, na observação de fenómenos históricos e geográficos, outras lógicas, por vezes só perceptíveis ou melhor entendidas a um nível regional. É preciso ainda pensar na soma de capacidade analítica e na economia de escala na difusão de resultados gerada pela colaboração das duas equipas, possibilitando igualmente a elaboração de novas e mais sofisticadas hipóteses de estudo, antes difíceis de comprovar ou que não faziam muito sentido ser analisadas de forma isolada. O primeiro exemplo de resultados que se podem obter com um estudo de âmbito ibérico, apresentado mais à frente, julgamos dar plena razão a estes argumentos.

3. Metodologia de compatibilização e integração de dados

O nosso projecto pretendia, assim, unir a cartografia e respectivos dados georeferenciados de Portugal e Espanha, no sentido de realizar estudos em conjunto ao nível da Península Ibérica. Para realizar este intento foi preciso levar em conta diferentes aspectos e problemas decorrentes, em grande medida, da não adopção de standards cartográficos ou de um sistema de metadados compatível. O tratamento destas questões resulta, no fundo, na elaboração de uma metodologia de compatibilização e partilha de dados que se pode dividir em três vertentes principais: a metodologia cartográfica para a obtenção de mapas de base únicos para a Península Ibérica, mas mantendo todo o detalhe e informação de cada um dos países; a construção de uma base de dados que permita a recolha e análise da informação trabalhada por ambas as equipas e a sua ligação aos mapas incluídos no HGIS; por fim, a elaboração de uma estrutura WebGIS que permita uma integração simplificada e segura dos dados das duas equipas, através da qual seja possível disponibilizar as informações estatísticas e cartográficas, servindo como um protótipo para um futuro desenvolvimento a nível europeu.

3.1. Cartografia

Criar um mapa único da Península Ibérica representa um conjunto de dificuldades que, à priori, não são evidentes pela mera visualização do mapa final. A união de dados espaciais com grande detalhe, mas com diferentes níveis de generalização, construídos em momentos e por organismos diferentes fazem, por exemplo, com que as zonas fronteiriças apresentem erros, normalmente conhecidos como sobreposições e vazios. Erros que tornam complexa e difícil a tarefa de harmonização de dados cartográficos¹².

Os *shapefiles* com as divisões administrativas de Portugal que constam do SIGMA foram elaborados usando a Base Geográfica de Referenciação de Informação de Portugal de 1991 (BGRI 1991), adquirida ao Instituto Nacional de Estatística (INE). Os ficheiros vectoriais com as divisões espanholas foram obtidos através do portal Infraestructuras de Datos Espaciales Españoles (IDEE), a partir da Base de Datos Líneas Límites (BDLL25) de 2001.

A diferença de anos nos mapas de base é explicada pelo facto do projecto português ter sido iniciado em meados da década de 1990 e, desde então, já ter sido produzida cartografia histórica com os limites administrativos, dos últimos 250 anos, usando o mapa à época disponível que era o de 1991. No entanto, no decorrer do projecto será feita a migração da cartografia e dos dados para a CAOP2001, mais detalhada, processo já iniciado com os exemplos adiante apresentados, de forma a poder compatibilizá-lo com a cartografia espanhola e com os últimos dados dos censos populacionais disponíveis.

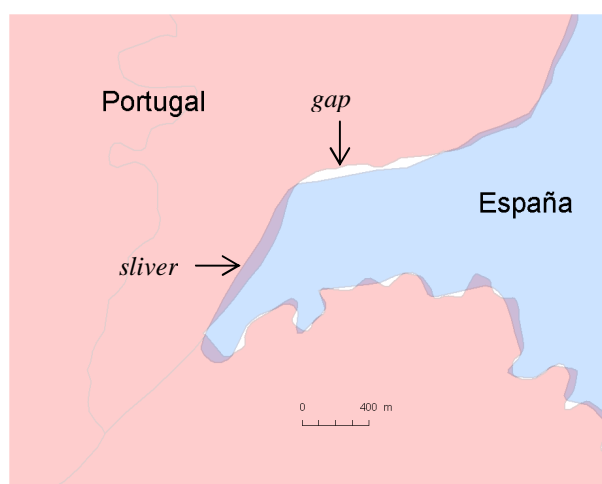
Depois de uma verificação dos mapas e da topologia dos dois países em separado, foram os mesmos reunidos realçando-se logo a necessidade de transformar as diferentes coordenadas geográficas usadas, uma vez que as de Portugal tinham o Datum_Lisboa_Hayford e as de Espanha o D_European_1950. Para a compatibilização das duas bases cartográficas foi usado um sistema de

¹² Ian N. Gregory e Paul Ell, *Historical GIS...*, pp. 82-87. Sobre a dificuldade de harmonização de dados geográficos a nível europeu veja-se ainda o que é referido no site do projecto GIS4EU (<http://www.gis4eu.eu/>).

referência de coordenadas comum ao espaço europeu, a European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89), norma que está a ser adoptada por diferentes países membros da União Europeia. A sua origem remonta a uma resolução tomada em 1990 pela EUREF, a subcomissão da Associação Internacional de Geodesia, tendo sido adoptada pela Comissão Europeia em 1999¹³.

Depois de convertidos os mapas para o mesmo sistema de referências geográficas, procedeu-se a uma operação de *overlay*, de modo a criar um mapa geral para a Península Ibérica, verificando-se a existência de *slivers*, áreas sobrepostas nas fronteiras entre os dois países, e também de *gaps*, áreas vazias entre as duas fronteiras (fig. 4). Como o nível de detalhe dos mapas portugueses era superior, estando os seus limites menos generalizados, e como a equipa portuguesa havia previamente construído toda a sua cartografia histórica com base no mesmo mapa, foi decidido “alterar” a fronteira espanhola de modo a que se pudesse adaptar à do *shapefile* de Portugal.

Fig. 4 – Erros no *overlay* dos *shapefiles* de Portugal e Espanha (pormenor)



Contudo, é necessário destacar que o erro introduzido por esta operação é diminuto, praticamente negligenciável, pois as fronteiras encaixavam relativamente bem, nunca ultrapassando as diferenças entre ambas uma distância superior a 100 metros lineares. Os cálculos efectuados

¹³ European Terrestrial Reference System 89, 2008, <http://www.euref.eu/>, consultado em Dezembro de 2009; “Real Decreto 1071/2007 de 27 de Júlio”, in *Boletín Oficial del Estado*, n.º 207, 2007; Mapping Reference, 1996, *Map Projections for Europe*, <http://www.mapref.org/Annonietal.2003-MapProjectionsforEurope.html>, consultado em Dezembro 2009.

permitiram verificar que o total da área abrangida pelos *slivers*, que corresponde à área do território espanhol que se “perde” com a operação de correcção do *overlay*, era de 20,86 km² e que a área que Espanha teoricamente “ganha”, a área dos *gaps*, é de 24,03 km². Sendo certo que o processo e as áreas calculadas se distribuem pela totalidade da fronteira, no cômputo final, a área total de Espanha é acrescida em uns meros 3,17 km² que representam menos de 0,0007% da sua área total¹⁴.

O resultado desta operação é um mapa da Península Ibérica ao nível das freguesias, no caso português, e dos municípios, no caso espanhol. Foi decidido realizar o *overlay* e respectiva correcção com estas divisões administrativas por serem as mais pequenas para os dois países, possibilitando depois a reconstituição das restantes já com um mapa único e corrigido. Contudo, também neste caso podem ser levantadas questões de comparabilidade de dados, pois os níveis administrativos de Portugal e Espanha não são, histórica e actualmente, directamente comparáveis em termos das suas áreas médias. Da maior para a menor extensão e do nível político-administrativo superior para o inferior, existem em Portugal Distritos, Concelhos e Freguesias e para Espanha Comunidades Autónomas, Províncias e Municípios.

Se optássemos pela designação oficial, talvez fizesse sentido comparar concelhos portugueses (também conhecidos por municípios) com os municípios espanhóis. Porém, sendo o objectivo estudar a distribuição espacial e histórica de várias séries de dados, como os censos populacionais, por exemplo, era aconselhável adoptar escalas político-administrativas diferentes, mas com escalas geográficas mais aproximadas. A verificação visual e por áreas médias dos vários mapas e níveis administrativos permitiu chegar à conclusão que, para estudos estatísticos comparativos, só parecia metodologicamente aceitável a utilização de dois níveis: a combinação dos distritos com as províncias e das freguesias com os municípios (fig. 5 e tabela 1).

¹⁴ Aqui calculada sem as Canárias, mas com todas as ilhas mediterrânicas e possessões em África = 497964,84 km².

Fosse qual fosse a comparação entre as áreas médias, a diferença entre os dois países era sempre assinalável, pelo que foram escolhidas aquelas duas combinações, não só, por serem as que apresentavam uma relação de proporcionalidade mais elevada (sendo 1 = as áreas médias exactamente iguais), mas também porque a verificação visual dos dois mapas permitiu inferir da relativa adequação espacial das opções tomadas.

Fig. 5 – Comparação visual das divisões administrativas
(Distritos portugueses / Províncias espanholas; Freguesias portuguesas / Municípios espanhóis)

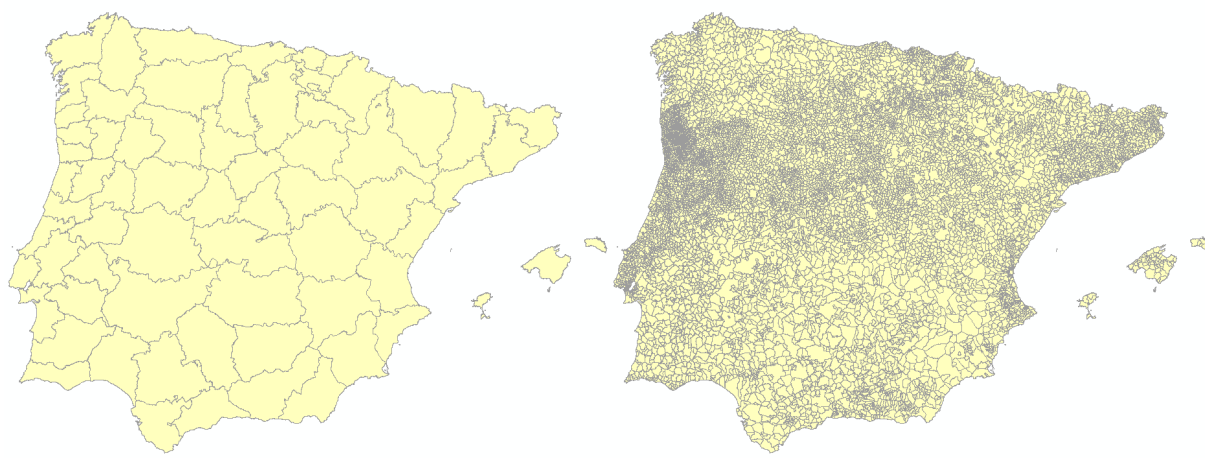


Tabela 1 – Comparação das áreas médias das divisões administrativas (Km²)

Portugal		Espanha	
Distritos	4946,88	CCAA	31119,74
Concelhos	323,80	Províncias	10168,57
Freguesias	22,19	Municípios	48,68
Comparação			
Distritos/CCAA		0,2	
Distritos/Províncias		0,5	
Municípios/Concelhos		0,2	
Freguesias/Municípios		0,5	

3.2. Base de dados

Os SIG são sem dúvida ferramentas poderosas de análise de informação, com potencialidades conhecidas e variadíssimas aplicações, no que diz respeito à análise de informação geográfica. Contudo, são sistemas ainda com algumas limitações em relação ao tratamento de dados que exijam uma abordagem relacional mais complexa. Quando a estas duas dimensões, informacional e

geográfica, se junta uma terceira, que é o tempo (variável central na análise histórica), tudo se complica, multiplicando-se as relações, gerando conjuntos de dados onde são mais as excepções que as regras, as arbitrariedades do que os padrões. Para ultrapassar estes problemas têm sido propostos vários modelos para dotar os SIG de capacidade de análise espaço-temporal¹⁵.

Podemos apontar três dificuldades principais em criar um sistema que permita o registo e análise de informação histórica: por um lado, o facto dos dados associados a uma localização geográfica variarem ao longo do tempo; por outro lado, a própria evolução das localizações ou representações geográficas pois, também elas podem sofrer alterações; por fim, a forma de tratamento de dados não georeferenciados ou de difusa localização, algo bastante comum à medida que se recua no tempo e se lida com informação parcelar ou incompleta, problema quase quotidiano no ofício de historiador¹⁶. Para além disso, é conveniente prever um sistema suficientemente maleável que permita a introdução de novas variáveis, de novas localizações geográficas ou novas tipologias de dados, acomodando as subtilezas geradas pelas mudanças de objecto de estudo que podem resultar da realização de um novo projecto de investigação histórica ou da inclusão de projectos e dados de outras equipas de investigação.

A solução que adoptámos para ultrapassar estas dificuldades passou por centrar todo o sistema num modelo de base de dados construído de raiz, suficientemente flexível para que permitisse a integração de novos dados sem a necessidade de estar constantemente a fazer alterações significativas na estrutura ou arquitectura do sistema. Além disso, o sistema foi pensado para uma fácil integração online, com a possibilidade de uma actualização em tempo real e de forma suficientemente simplificada de modo a poderem ser executadas por qualquer investigador ligado

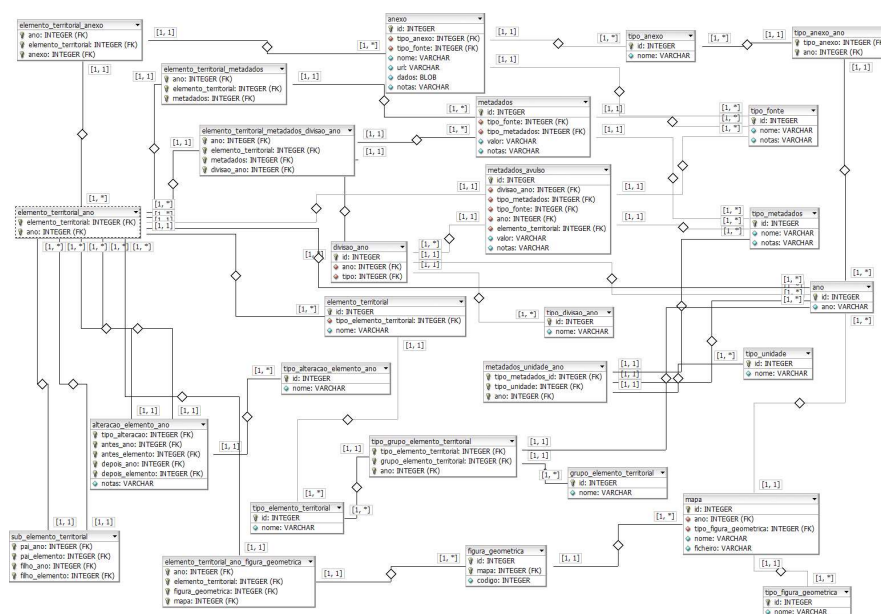
¹⁵ Uma boa introdução aos vários modelos pode ser encontrada em May Yuan, “Temporal GIS and spatio-temporal modeling”, em *Proceedings of the 3rd International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, New Mexico, USA*, 1996, pp. 21-26.

¹⁶ Para uma discussão sobre estes aspectos veja-se, entre outros, Suzana Dragicevic, Danielle J. Marceau, Claude Marois, “Space, time, and dynamics modeling in historical GIS databases: a fuzzy logic approach”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 28, n. 4, 2001, pp. 545-562; Ian N. Gregory, “The accuracy of areal interpolation techniques: standardising 19th and 20th century census data to allow long-term comparisons”, *Computers, environment and urban systems*, vol. 26, n. 4, 2002, pp. 293-314.

ao projecto, sem o recurso a um técnico especializado na manutenção de sistemas de informação complexos¹⁷.

A base de dados foi criada em PostgreSQL e pensada para responder a três objectivos centrais. Primeiro, como é óbvio, tinha que ser suficientemente potente para conseguir armazenar uma variedade e quantidade de informações que, à partida, era muito difícil de prever a exacta extensão. Depois teria de permitir registar e identificar as relações hierárquicas que se estabelecem entre os vários elementos espaciais (ex: a que concelho ou concelhos pertencem certo número de freguesias; ou quais são os vários troços constituintes de uma determinada linha de caminho-de-ferro). Por fim, teria de possibilitar uma visão diacrónica das informações e da geografia, registando as alterações ocorridas nos elementos espaciais e nos dados a eles associados entre dois ou mais momentos específicos (fig. 6).

Fig. 6 – Esquema da base de dados



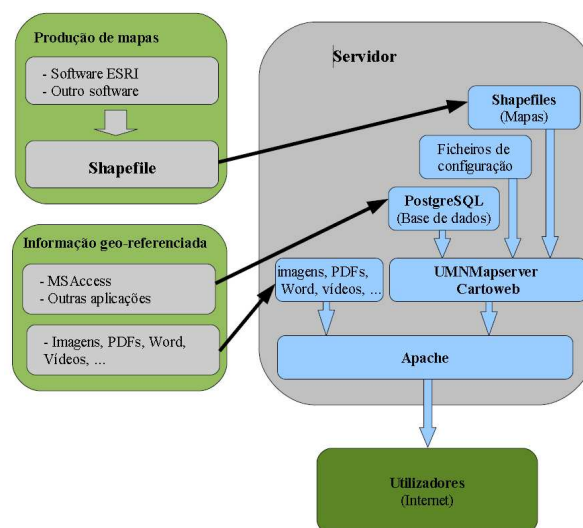
¹⁷ A arquitectura do sistema foi planeada e construída em colaboração com o Eng.º José Santos que, em 2009, em representação da equipa de investigação portuguesa, apresentou um poster na primeira *Open Source GIS UK Conference*, com o título “Historical Atlas: Extensible and adaptable WebGIS to disseminate historical data”. No entanto, a perspectiva de interoperabilidade de dados tem sido uma das apostas de desenvolvimento do projecto SIGMA. Cf. Rui Lopes, “Historical geographic data dissemination through the web: the site Atlas and future developments towards its interoperability”, em *Humanities, Computers and Cultural Heritage. Proceedings of the XVIth international conference of the Association for History and Computing*, Amsterdam, 2005, pp. 190-193.

3.3. WebGIS

A integração dos dados com a cartografia produzida pelo SIG e guardada em formato *shapefile*, possibilitando a sua disponibilização através da Web, foi feita recorrendo a um conjunto de *open source* software instalado num servidor a correr o sistema operativo Linux e configurado com tecnologia Apache HTTP Server. Tal como a base de dados, todos os *shapefiles* produzidos no âmbito do projecto são colocados no servidor. Cada ponto, linha ou polígono é ligado à base de dados através de um ID único. O próprio *shapefile* é registado e identificado na base de dados, possibilitando assim uma relação unívoca entre a cartografia e a informação alfanumérica associada.

Para a gestão da visualização dos mapas e dados foi usado o CartoWeb como aplicação de geração da interface WebSIG. Sendo um software que recorre ao UMN MapServer para a conversão de mapas vectoriais (*shapefiles*) em mapas bitmap (gif, png), tem a vantagem de permitir trabalhar directamente com os ficheiros *shapefile* originais, evitando a necessidade de recorrer a generalizações, normalmente adoptadas nesta passagem para a Web, sem perdas significativas de eficácia em termos de processamento e disponibilização da informação aos utilizadores finais (fig. 7).

Fig. 7 – Arquitectura do WebGIS



Ao sistema podem ainda ser associados vários ficheiros multimédia, como imagens, PDFs, documentos, vídeos, ou outros, igualmente guardados no servidor Web e ligados aos mapas, à correspondente referência espacial, através de urls inseridos na base de dados.

A configuração das ligações entre a base de dados, os *shapefiles* e a aplicação WebSIG é feita através de um conjunto de ficheiros editáveis com recurso a um qualquer processador de texto, tornando a tarefa de actualização de toda a aplicação relativamente simples. O mesmo acontece com os *shapefiles* que podem ser criados e corrigidos numa aplicação SIG genérica, *open source* ou proprietária, e depois colocados no servidor através de uma ligação FTP encriptada, procedendo desta forma à sua actualização/integração no sistema. Do mesmo modo, a inserção e actualização de informação na base de dados pode ser realizada através de uma aplicação informática mais vulgarizada, como o Access da Microsoft, por exemplo, usando uma ligação ODBC encriptada, tornando a manutenção do PostgreSQL acessível a um utilizador sem grande experiência na gestão de sistemas de base de dados (fig. 7).

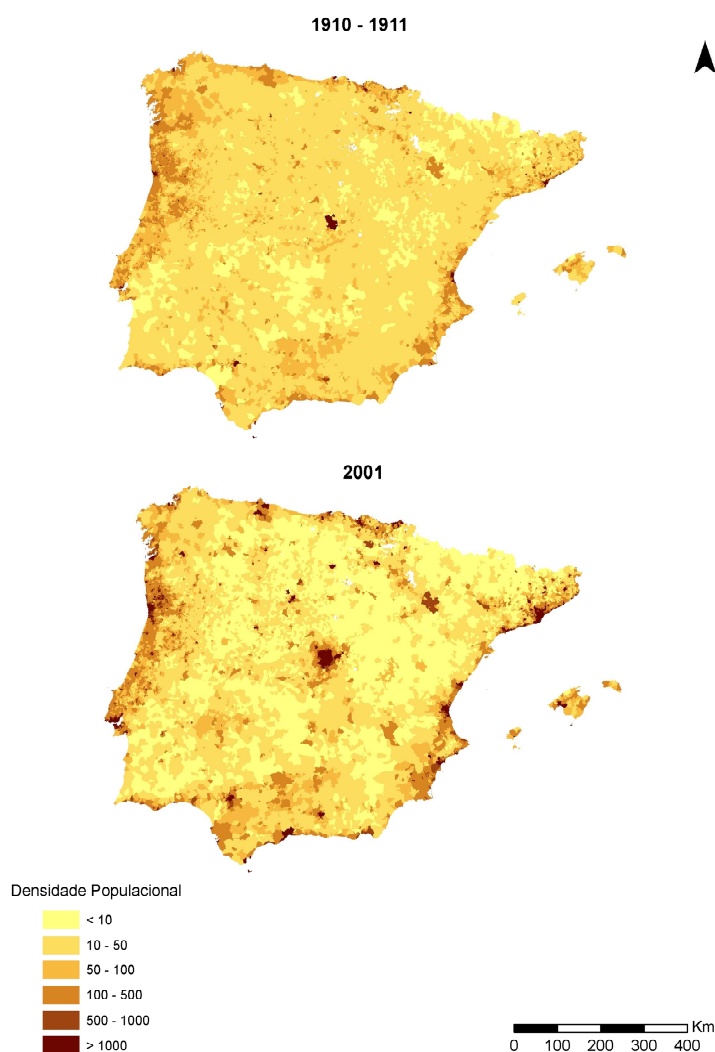
Uma versão funcional deste sistema está disponível no site *Memórias Paroquiais de 1758*, onde se pode visualizar a reconstituição das divisões administrativa e religiosa portuguesas para meados do século XVIII e através da qual é disponibilizada informação alfanumérica e imagens digitalizadas daquela documentação depositada no Arquivo Nacional (Torre do Tombo).

4. Conclusão

A fase de implementação do projecto está já suficientemente avançada para que seja possível apresentar um primeiro exemplo da sua aplicação. Nesse sentido, procurou-se comprovar uma hipótese lançada num trabalho anterior relativamente ao padrão de distribuição da população em

Portugal, testando-a agora com dados dos censos de 1910/1911¹⁸ e 2001 ao nível da Península. Para tal foram utilizados os limites administrativos ao nível da freguesia/município, com dados sobre a população residente, em cada país, para cada uma das datas. Foi depois calculada a densidade populacional, variável representada nos mapas da figura 8.

Fig. 8 – Densidade populacional na Península Ibérica por freguesias (Pt) e municípios (Es)¹⁹



¹⁸ Para Portugal, os dados correspondem a censo de 1911. Para Espanha, os dados disponíveis dizem respeito a 1910. Cf. Joaquín Azagra Ros, *La localización de la población española sobre el territorio. Un siglo de cambios. Un estudio basado en series homogéneas (1900-2001)*, Bilbao, Fundación BBVA, 2006.

¹⁹ Fontes: Joaquín Azagra Ros, *La localización de la población española sobre el territorio*; Luís Espinha da Silveira et al., “Population and Railways in Portugal (1801-1930)”.

A hipótese lançada inicialmente assentava na observação de que a litoralização da população portuguesa era, não só, um fenómeno com raízes que recuavam, pelo menos, ao início do século XIX, como também, era algo que provavelmente só seria convenientemente compreendido quando se analisasse a Península Ibérica como um todo. A tendência de reforço da população nas regiões costeiras em detrimento do interior seria assim comum aos dois países, algo que já tinha sido testado com êxito para a Espanha, para todo o século XX, e para Portugal, para o período compreendido entre 1801 e 1930. A vantagem introduzida pelo nosso projecto é que agora é possível juntar as duas séries de dados e mostrar, de forma realmente comparável, os resultados a nível peninsular²⁰.

Deste modo, observando a figura 8 é possível afirmar que os dois países, no último século estavam a sofrer uma litoralização da população, sendo Madrid a grande excepção a este panorama, derivado daquilo que se convencionou chamar de “gran imán capitalino”²¹. No fundo, também em Portugal estava a ocorrer fenómeno semelhante, com a diferença de que a capital lusa também está no litoral. Esta concentração da população é praticamente comum a todo o litoral da Península Ibérica, com a costa alentejana a ser a única região a fugir à tendência geral. Embora não de modo tão pronunciado, nota-se ainda uma concentração da população nos vales do Ebro, do Guadalquivir e ao longo do Tejo.

Com a aplicação da tecnologia SIG, combinando os saberes das ciências histórica e geográfica, esperamos contribuir para a disponibilização de uma ferramenta de análise que sirva como mecanismo de produção de novas hipóteses de trabalho e investigação que antes não estavam

²⁰ Juan Pons Izquierdo, Dolores López, Carolina Montoro Gurich, “Del interior a la costa: dinámica espacial de la población española a lo largo del siglo XX”, in *VII Congreso de la Asociación de Demografía Histórica*, Granada, 2004, p. 8; Luís Espinha da Silveira et al., “Population and Railways in Portugal (1801-1930)”. Aliás, uma tendência semelhante é possível observar-se para a França. Cf. Jordi Martí-Henneberg, “Empirical evidence of regional population concentration in Europe, 1870-2000”, pp. 272-273.

²¹ Joaquín Azagra Ros, *La localización de la población española sobre el territorio*, pp. 18 e 109.

contempladas a nível peninsular, podendo funcionar como um protótipo para um futuro desenvolvimento de um modelo semelhante a aplicar ao conjunto da Europa.

5. Bibliografia

Ana Alcântara e Nuno Miguel Lima, “Regional patterns of attractiveness and accessibility to railways in Portugal (1890-1930)”, comunicação aceite na *8th European Social Science History Conference*, Abril de 2010.

Anne Kelly Knowles (ed.), *Past time, past place: GIS for history*, 2002.

Anne Kelly Knowles e Amy Hillier, *Placing history: how maps, spatial data, and GIS are changing historical scholarship*, 2008.

Dirk U. Pfeiffer, Mark Stevenson, Timothy P. Robinson, Kim B. Stevens e David J. Rogers (eds.), *Spatial Analysis in Epidemiology*, Oxford, 2008.

Donald Patrick Albert, Wilbert M. Gesler e Barbara Levergood (eds.), *Spatial analysis, GIS, and remote sensing applications in the health sciences*, 2000.

Francisco J. Tapiador, K. Burckhart, Jordi Martí-Henneberg, “Characterizing European high speed train stations using intermodal time and entropy metrics”, *Transportation Research Part A*, vol. 43, n. 2, 2009, pp. 197–208.

Gail Langran, *Time in geographic information systems*, 1992.

Ian N. Gregory e Paul Ell, *Historical GIS technologies, methodologies, and scholarship*, Cambridge, 2007.

Ian N. Gregory, “The accuracy of areal interpolation techniques: standardising 19th and 20th century census data to allow long-term comparisons”, *Computers, environment and urban systems*, vol. 26, n. 4, 2002, pp. 293-314.

Ian N. Gregory, *A Place in History: A Guide to Using GIS in Historical Research*, 2003.

Ian N. Gregory, Jordi Martí-Henneberg, Francisco J. Tapiador, “Modelling long-term pan-European population change from 1870 to 2000 by using geographical information systems”, *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, vol. 173, n. 1, 2010, pp. 31-50.

Joaquín Azagra Ros, *La localización de la población española sobre el territorio. Un siglo de câmbios. Un estudio basado en series homogéneas (1900-2001)*, Bilbao, Fundación BBVA, 2006.

Jordi Martí-Henneberg, “Empirical evidence of regional population concentration in Europe, 1870-2000”, *Population, Space and Place*, vol. 11, n. 4, 2005, pp. 269-281.

Jordi Martí-Henneberg, “The map of Europe: continuity and change in administrative boundaries (1850–2000)”, *Geopolitics*, vol. 10, n. 4, 2005, pp. 791–815.

Jordi Martí-Henneberg, “Un balance del tren de alta velocidad en Francia. Enseñanzas para el caso español”, *Elia*, vol. 52, 2000, pp. 131–143.

Luís Espinha da Silveira, Daniel Alves, Nuno Miguel Lima, Ana Alcântara e Josep Puig, “Population and Railways in Portugal (1801-1930)” (no prelo).

Luís Silveira (ed.), *Os Recenseamentos da População Portuguesa de 1801 e 1849, Edição Crítica*, Lisboa, 2001.

Luís Silveira e Daniel Alves, “The Construction of the Modern Transport Network and Regional Population Distribution in Portugal (1801-1940)”, comunicação aceite na *8th European Social Science History Conference*, Abril de 2010.

Luís Silveira, Margarida Lopes e Cristina Joanaz de Melo, “Mapping Portuguese Historical Boundaries with a GIS”, in Onno Boonstra, Geurt Collenteur and Bart van Elderen (eds.), *Structures and Contingencies in Computerized Historical Research*, Hilversum, 1995, 245-252.

Luís Silveira, *Território e Poder. Nas Origens do Estado Contemporâneo em Portugal*, Cascais, 1997.

May Yuan, “Temporal GIS and spatio-temporal modeling”, em *Proceedings of the 3rd International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling, Sante Fe, New Mexico, USA*, 1996, pp. 21-26.

Rui Lopes, “Historical geographic data dissemination through the web: the site Atlas and future developments towards its interoperability”, em *Humanities, Computers and Cultural Heritage. Proceedings of the XVIth international conference of the Association for History and Computing*, Amsterdam, 2005, pp. 190-193.

Suzana Dragicevic, Danielle J. Marceau, Claude Marois, “Space, time, and dynamics modeling in historical GIS databases: a fuzzy logic approach”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 28, n. 4, 2001, pp. 545-562.

Xiong, Hui (ed.), *Encyclopedia of GIS*, 2008.